

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-004907

(43)Date of publication of application : 08.01.2003

(51)Int.Cl. G02B 3/00
G03B 13/24
G03B 21/62

(21)Application number : 2001-186246

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 20.06.2001

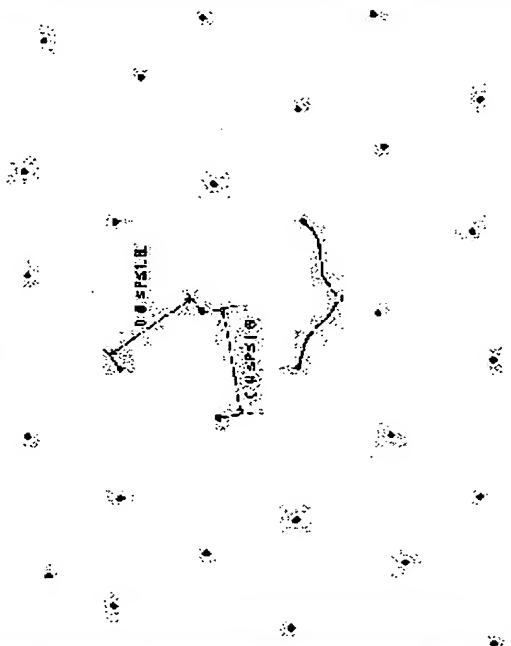
(72)Inventor : OMURA YUSUKE

(54) MICROLENS ARRAY, OPTICAL EQUIPMENT AND OPTICAL FINDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a microlens array in which problems such as the influence of diffracted light beams and the occurrence of moire fringes peculiar to the regular array of a microlens array, local shadow and granular feeling are eliminated, which has excellent visibility and by which the excellent reproducibility of an individual microlens shape is obtained.

SOLUTION: In the microlens array in which several microlenses ML are irregularly formed so as to be different from a basic pattern by which each of the apex intervals of microlenses adjacent with each other is the same interval L or are formed to have regularity in terms of probability distribution, the apex positions T of all microlenses are within a circle having the radius of $\leq 0.3L$ by centering the apex position in the basic pattern. Also, the apex intervals P of the microlenses adjacent with each other satisfy the expression of $0.4L \leq P \leq 1.6L$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The micro-lens array to which the basic pattern with which two or more micro lenses made all top-most-vertices spacing of the micro lens which adjoins mutually regular intervals L is the micro-lens array formed with irregular or probability-distribution-regularity so that it may differ, and the top-most-vertices location of all micro lenses is characterized by being located in the circle which has a radius below $0.3L$ centering on the top-most-vertices location in said basic pattern.

[Claim 2] The micro-lens array which the basic pattern with which two or more micro lenses made all top-most-vertices spacing of the micro lens which adjoins mutually regular intervals L is the micro-lens array formed with irregular or probability-distribution-regularity so that it may differ, and is characterized by the top-most-vertices spacing P of the micro lens which adjoins mutually filling $0.4L \leq P \leq 1.6L$.

[Claim 3] The optical instrument characterized by having a micro-lens array according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The optical finder characterized by using a micro-lens array according to claim 1 or 2 as a reticle.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the micro-lens array used for the screen of an optical instrument, the reticle of a single-lens reflex camera, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Using for a screen, a reticle, etc. conventionally the micro-lens array which arranged many micro lenses is known. The screen of a micro-lens array does not have a granular feeling compared with the screen which imprinted detailed irregularity from the sand credit side of metal mold, and has the advantage that vanity is bright.

[0003] However, when a micro lens is arranged as it is periodic, and the direction of the diffracted light was limited in the specific direction, and it faded, and the taste becomes unnatural or it uses together with a Fresnel lens, there is a fault that cause interference with the zona-orbicularis structure of a Fresnel lens, and a Moire fringe occurs.

[0004] In the micro-lens array used for an above-mentioned application, the problem mentioned above is solvable by making the array of a micro lens or a minute crevice random.

[0005] As an approach of obtaining the micro-lens array of a random array, it is proposed in JP,11-142609,A etc.

[0006] However, as it is in the manufacture approach of a micro-lens array explained later, these approaches have a problem in the stability on manufacture, efficiency, and a controllability, and it is thought operationally that they are difficult.

[0007] Conventionally, the ion-exchange method (54 M. Oikawa, et al., and Jpn.J.Appl.Phys.20 (4) L51-1918) for forming into a high refractive index two or more parts on the substrate which becomes the manufacturing method of a micro-lens array from multicomponent glass in the state of distribution, and forming two or more lenses, the method of the non-exposed section crystallizing in heat treatment of photosensitive glass, and expanding a front face, etc. are learned.

[0008] However, by these approaches, the large diameter of opening of a lens cannot be taken compared with spacing of lenses, but the radius of curvature of a lens also becomes small, and the lens design with big numerical aperture is difficult.

[0009] Moreover, in order to produce the micro-lens array of a large area, a large-scale manufacturing installation is needed and there is also a problem that manufacture is not easy.

[0010] As other approaches, the original edition of a micro-lens array is produced and there is the approach of exfoliating and producing the lens ingredient which applied and applied the lens ingredient to the original edition. the approach (refer to JP,1-231601,A) of drawing in creation of the mold used as the original edition using an electron beam, the approach (refer to JP,5-303009,A) of etching and forming some metal plates, and a metal plate -- an indenter -- using -- an indentation method -- a configuration -- producing (referring to JP,11-142609,A) -- it is.

[0011] It is possible for this approach to be able to reproduce a micro lens in molding, and to be hard to generate dispersion for every lot, and to produce in low cost. Moreover, compared with an ion-exchange method, problems, such as a coefficient of thermal expansion and curvature, are avoidable.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, it is difficult to produce the original edition of the large area beyond 100cm angle by the approach using an electron beam, since an electron beam exposure system's being expensive and a large amount of plant-and-equipment investment being needed and a drawing-surface product are restricted -- etc. -- there is a problem.

[0013] Moreover, by the approach of etching, in order to use the isotropic etching which mainly used the chemical reaction, even when presentations and crystal structures of a metal plate are few, when it changes, there is a problem of it becoming impossible to etch into a desired configuration.

[0014] Furthermore, by the approach of etching, if it does not rinse promptly when a desired configuration is acquired, etching will continue. For this reason, when forming a minute micro lens, it may deviate from a desired configuration by etching which advances to time amount until it results [from the event of the configuration of such a request being acquired] in rinsing.

[0015] Moreover, it is difficult to take huge time amount, if it is going to obtain a large area by the indentation method using an indenter in order that only the number of lens each may force an indenter on a mold, and for there to be a mechanical limitation also in acquiring a detailed precision, and to acquire the controllability of the order of mum.

[0016] It is very difficultly lacking in repeatability to make it random in the form which controlled the micro-lens array by many of such conventional micro-lens fabrication approaches.

[0017] Even if the array of a micro lens is regular, the repeatability of the lens radius which is the key

parameter of a micro lens by the fabrication approach of the conventional micro lens, and the precision of the array location have many uncertain elements, and the quality control at the time of mass production is very difficult.

[0018]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, in this application the 1st invention In the micro-lens array formed with irregular or probability-distribution-regularity so that it might differ from the basic pattern with which two or more micro lenses made all top-most-vertices spacing of the micro lens which adjoins mutually regular intervals $L < \text{---}(1)>$ located in the circle in which the top-most-vertices location of all micro lenses has a radius below $0.3L$ centering on the top-most-vertices location in the above-mentioned basic pattern -- it is made like.

[0019] Moreover, for the basic pattern to which two or more micro lenses made all top-most-vertices spacing of the micro lens which adjoins mutually regular intervals L by this application 2nd invention, the top-most-vertices spacing P of the micro lens from which it adjoins mutually in the micro-lens array formed with irregular or probability-distribution-regularity so that it might differ is $0.4L \leq P \leq 1.6L$. -- (2) ***** -- it is made like.

[0020] By fulfilling about [that there are no problems, such as effect of the diffracted light peculiar to a periodic regulation array like a basic pattern and generating of a Moire fringe,], the above (1), and the conditions of (2) by these invention The local granular feeling by the top-most vertices of an adjoining micro lens separating too much which can smell and originates in ** and this arises, or the local base which comes from the local poor diffusion by approaching too much -- it is possible to have the bright clean vanity property which a feeling of an omission does not produce, and to obtain a micro-lens array with the sufficient repeatability of each micro-lens configuration.

[0021]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) The lens array of the micro-lens array which is the 1st operation gestalt of this invention is shown in drawing 1 . With this operation gestalt, from the condition which was formed in the honeycomb configuration and has been periodically located in a line regularly, the micro lens is arranged with irregularity, where the variation rate of each micro-lens core is carried out to the basis of certain conditions.

[0022] The array approach of a micro lens ML shown in drawing 1 is explained in detail. First, the dot shows the top-most vertices (core) of each micro lens in case the micro lens is regularly located in a line to drawing 2 , and all adjoining dots have the equal spacing L . This array is called a basic pattern here.

[0023] And in the micro-lens array of this operation gestalt, the location of each dot in this basic pattern was considered as the imagination grid point G , and the top-most vertices thru/or the core of a micro lens ML is set as random (irregularly) within the circle of the radius d centering on each grid point G shown in drawing 2 .

[0024] In the micro-lens array shown in drawing 1 , it has relation of $L=0.02\text{mm}$ and $d=0.15 \times L$.

[0025] Moreover, the focal distance of each microphone lens is $f=0.08\text{mm}$, and has become the specification which can be used as a suitable focus plate for the optical finder for cameras whose focal distance of an ocular is about 80mm .

[0026] The example of arrangement of the top-most-vertices location T of the micro lens of this operation gestalt is shown in drawing 3 . What is necessary is here, just to choose suitably the top-most-vertices spacing L in a basic pattern and the focal distance f of a micro lens used as criteria according to the optical instrument to apply.

[0027] In an optical finder, the focal distance of a micro lens becomes short and a small thing is required also for F_{no} of a micro lens, so that F_{no} of the objective lens which it is required that L should be made small and it generally uses, so that the focal distance of an ocular is brief is bright.

[0028] in order to realize the micro-lens array which has a good vanity property, the top-most-vertices location T of all micro lenses is located in the circle which has the radius d below $0.3L$ centering on the

top-most-vertices location in the above-mentioned basic pattern -- $\langle \text{---}(1 \text{ ---}) \text{---} \rangle$ -- it sets up like. In addition, since it is $d=0.15 \times L$, conditions (1) are filled with the micro-lens array shown in drawing 1.

[0029] The top-most-vertices location T of a micro lens ML may be located on the grid point G, if only $0.3L$ may be left and may be located from the grid point G.

[0030] In addition, the top-most-vertices spacing P of the micro lens which adjoins mutually in this case is $0.4L \leq P \leq 1.6L$. -- (2)

***** -- it becomes things.

[0031] Here, if the radius d of the above-mentioned circle is larger than $0.3L$ (i.e., if the top-most vertices of an adjoining micro lens separate from the upper limit of conditions (2)), when an adjoining micro lens separates too much, local KAGERI will be produced, this will be connected with a granular feeling as the whole finder, and grace will worsen. moreover, the local base which will come from local poor diffusion if the top-most vertices of an adjoining micro lens approach too much rather than the minimum of conditions (2) -- a feeling of an omission arises.

[0032] By the finder of a common camera, it is required that the diffusion property when carrying out incidence of the beam of light should mainly be in the range of 5° -- 10° . This is because the taking lens of a camera has Fno. in the range of F2.8--F5.6 about.

[0033] If there is the need that the flux of light of a taking lens is not concerned with the focus of a focus and un-focusing, but reaches a photography person's eyes and one of the image points is observed in order to check the focus of a taking lens, in order to lead the outermost beam of light to a photography person's eyes in the flux of light cone of a taking lens, the beam of light of this maximum outline needs to reach the eyes of the photography person who gazes at a diffusion plate almost vertically with a diffusion property.

[0034] For that, what is necessary is just equal to Fno. of the taking lens with which Fno. of a micro lens corresponds. Since priority is given to the brightness of a finder or it corresponds to various lenses like a single lens reflex camera actually, Fno. of the micro lens optimal in design is chosen. therefore, Fno. of a micro lens -- the range of F2.8--F5.6 -- that -- ***** is desirable.

[0035] Also in this operation gestalt, since a micro-lens core is distributed at random by the inside of a radius d, as a result of changing the diameter of opening of each micro lens, there is a possibility that Fno. may differ.

[0036] Then, if the spacing L of the imagination grid which is the core of the setting range based on micro lenses thinks for an average that it is equal to the diameter of micro-lens opening, and serves as f (this is decided by the lens radius, is all micro lenses, and is equal), then average $Fno. = f/L$ in the focal distance of a micro lens and this is set about to 2.8 to 5.6, a diffusion property suitable as an optical finder of a camera can be acquired.

[0037] If the semantics of conditions (1) is considered here and the upper limit will be exceeded, the range of fluctuation of each micro lens becomes large, and the range suitable as a finder will be exceeded, and Fno. of a partial lens will become KERARE and a granular feeling, and will be observed.

[0038] This is explained using drawing 4 and drawing 5. Drawing 4 is the sectional view of the micro lens ML located in a line at equal intervals. Four lenses show the configuration where the micro lens was located in a line to the grid point of spacing -- a list and the point explained that the top-most-vertices spacing was set to L.

[0039] Drawing 5 is the sectional view of the micro lens ML which applied random top-most-vertices arrangement like the above-mentioned operation gestalt. When a lens top-most-vertices location displaces compared with the thing of drawing 4, the lens is located in a line by the relation which fills $L/3 < L < 2L$.

[0040] The beams of light I1 and I2 which carry out incidence are shown to the edge of each micro lens ML by the dotted line, and although the beam of light I1 which carries out incidence to the edge of a micro lens whose lens top-most-vertices spacing is L is refracted in drawing 5 with a lens, since it is large, Fno. of a partial lens does not become it with a thing with the big angle of refraction.

[0041] The beam of light I2 which carries out incidence to the edge of a micro lens whose lens spacing is L_2 on the other hand is refracted with a lens, and since it is small, Fno. of a partial micro lens becomes big angle of refraction. Although it becomes the beam of light which carries out incidence of the beam of light I1 to an observer's pupil according to this operation, a beam of light I2 turns into a beam of light which separates from a pupil, and is observed as local KERARE, i.e., dark space.

[0042] This reduction becomes remarkable in case the dark big lens of especially Fno. is used. Therefore, adding the random component exceeding the upper limit of conditions (1) to the top-most-vertices location of a micro lens makes a majority of such local dark space generated, and it is not desirable.

[0043] The manufacture approach of a micro-lens array explained above is explained. With this operation gestalt, the micro-lens array of the random arrangement controlled under certain conditions is produced using the production approach of the micro lens which these people have proposed in JP,2000-43054,A.

[0044] By this fabrication approach, as shown in drawing 6 (a) - (d), the insulating mask layer 3 is formed in the substrate 1 which has conductivity or the electrode layer 2, and opening 4 is formed in this mask layer. And through the opening 4, according to the electrodeposited device (plating) of an organic compound, the electrodeposited layer 5 is formed in the above-mentioned opening 4, an electrodeposited layer is extended also on the field of the mask layer 3 by continuing plating further, and a micro lens 6 is formed. It is the ultra-fine processing technology using the so-called plating technique.

[0045] According to this method, the location precision of a high micro lens can be easily acquired by using opening of a mask layer for the lithography method etc.

[0046] (The 2nd operation gestalt) Although the above-mentioned 1st operation gestalt explained the case where micro-lens arrangement which satisfies (2) was considered as conditions (1), micro-lens arrangement with which are satisfied of conditions (2) may be carried out.

[0047] In this case, some some which are located in the outside of the circle which has the radius d below $0.3L$ centering on the top-most-vertices location in the above-mentioned basic pattern have that top-most-vertices location, and some some which are separated and located from the grid point within the above-mentioned circle are in a micro lens. Moreover, there are some which are located on the grid point.

[0048] The lens array of the micro-lens array which is the 2nd operation gestalt of this invention is shown in drawing 7.

[0049] The dot in drawing shows the main coordinate of a micro lens, and the circle is filling radius $0.3 \times L$, when top-most-vertices spacing is set to L .

[0050] $\alpha 1$ - $\alpha 8$ in drawing show the top-most-vertices location [location / which was located in a line at equal intervals / grid] shifted. The lens top-most vertices which enclose them other than $\alpha 1$ - $\alpha 8$ are in agreement with the grid coordinate located in a line at equal intervals.

[0051] Here, $\alpha 1$ explains arrangement. $\alpha 1$ has changed from the grid coordinate, is enclosed by six micro lenses which were in agreement with the grid coordinate shown by $g1$ - $g6$, and exists.

[0052] The relation between $0.6L$ and $g5$ with the longest distance in $1.4L$ takes a value with it. [a distance larger than $0.6L$ with other lenses with which the physical relationship of $\alpha 1$, and $g1$ - $g6$ became, and the relation of $g2$ with the shortest distance was surrounded, and] [smaller than $1.4L$]

[0053] In this array, one group is formed by seven of six micro lenses with the top-most vertices which were in agreement with one micro lens which changes from a grid, and the grid which encloses it.

[0054] However, six micro lenses to surround become the relation which also encloses the micro lens which changes from other grids, and this is repeated.

[0055] For example, although $g3$ is one of the micro lenses which enclose $\alpha 1$, it is also the one section of the lens which encloses $\alpha 3$ simultaneously. Even if it makes it a configuration which forms one group with such seven lenses, it is possible to maintain the homogeneity of an array which is the object of this invention, and the good relation of a granular feeling.

[0056] (The 3rd operation gestalt) Although the case where the top-most-vertices location of a micro lens was set up at random in the range which fills the above (1) and the conditions of (2) with the

above-mentioned 1st and 2nd operation gestalt was explained, it may be made to perform top-most-vertices positioning with not periodic regularity like a basic pattern but probability-distribution-regularity. [0057] Hereafter, an example of the approach is explained. Here, the distributed model which consists of a coordinate of a large number according to a certain kind of probability distribution is created, and how to select a coordinate at random out of it is explained.

[0058] <Micro-lens core (top-most vertices) coordinate data generation algorithm> The coordinate to generate needs to exist in the circle of the assignment radius centering on a regulation pattern. Then, assignment radius r_{max} The random number r ($0 - r_{max}$) made into maximum and the random number θ to $0-2\pi$ are generated, and it is from these two. X and a Y coordinate are generated.

[0059] First, the regulation pattern regularly located in a line in piles in the equilateral triangle is defined as a grid coordinate.

[0060] However, if this grid coordinate is a regular array, it will not ask a class. For example, it is good also considering the configuration where the square was piled up, as a grid coordinate.

[0061] A grid coordinate, then the grid coordinate of a n line m train set die length of one side of an equilateral triangle to L for each top-most vertices of the configuration where the equilateral triangle was piled up, and it is $X_{grid}=mxL$. (n is odd number)

$X_{grid}=mxL+L/2$ (n is even number)

It is expressed with $Y_{grid}=(n-1) \times \text{root}3 \times L/2$.

[0062] Here, a RND function defines the include angle (θ) to the distance (r) and standard coordinates from a grid coordinate, respectively.

[0063] If RND() is made into the function which generates the random number of $0-1$ independently $r=\text{RND}() \times R$ The random number of $0 - R$ is generated. $\theta=\text{RND}() \times 2\pi$ The random number of $0-2\pi$ is generated. $X_{rnd}=r \cos(\theta)$ Random component of x -coordinate $Y_{rnd}=r \sin(\theta)$ Random component of a y -coordinate $X=X_{grid}+X_{rnd}$ $Y=Y_{grid}+Y_{rnd}$ This is repeatedly performed to all grids (n, m).

[0064] Since the radius centering on a grid coordinate varies with a random number in homogeneity when the random component of X and a Y coordinate is generated by this approach, an existence probability becomes small in the form which is in inverse proportion to distance from a grid coordinate core (it becomes dense near a grid core).

[0065] It makes it generate the random component of X and a Y coordinate inside the square centering on a grid coordinate as follows directly to consider as a uniform existence probability within the radius to give. $X_{rnd}=\sqrt{2} \times r \times \text{RND}()-r$ Random component of an x -coordinate $Y_{rnd}=\sqrt{2} \times r \times \text{RND}()-r$ It considers as the random component of a y -coordinate.

[0066] Here, it is $r^2 \geq X_{rnd}^2 + Y_{rnd}^2$. What is necessary is to judge and just to adopt the value with which this condition was filled. Thus, if a definition is given, a lens core will vary and exist in homogeneity inside a radius r .

[0067] Thus, when determining a displacement component using a random number, control of arrangement is possible by giving not distribution uniform as a random number but distribution of arbitration. For example, the distributed model which consists of a coordinate of a large number according to probability distribution like normal distribution is created beforehand, and a series of numbers are shaken. And how to select the coordinate according to established probability distribution can be considered from choosing a number at random out of it. Although this is setting out random in false, it is practically completely satisfactory.

[0068] Moreover, if distribution which exists mostly near a grid core is set up, it will become the strong array pattern of regularity more, and will become the reverse, then disorderly array. The property as a micro-lens array thru/or a diffusion plate is determined by the inclination of this array. If regularity is a strong array, it is influenced more of diffraction and the include-angle dependence property of discrete diffusion is shown, and if a disorderly inclination is strong, the include-angle dependence property of diffusion will become continuous.

[0069] (The 4th operation gestalt) The configuration of the optical finder of the single-lens reflex camera which used the micro-lens array of the 3rd operation gestalt for the reticle from the above 1st is shown in drawing 8 .

[0070] After passing a taking lens 11 and being reflected by the quick return mirror 12, image formation of the flux of light from a photographic subject is carried out on a reticle 13.

[0071] It is spread by the micro-lens array, a pentaprism 14 is reversed, and the photographic subject image which carried out image formation on the reticle 13 is observed through an ocular 15 as an erect image.

[0072] The diffusion by the micro-lens array is decided by the array of a micro-lens array, or the radius of a micro lens, and affects the granular feeling of how a dotage image appears in the ease of doubling of a focus, and the reticle itself etc.

[0073] Like this operation gestalt, a property required for a reticle can be fulfilled good by using the micro-lens array of the 3rd operation gestalt for a reticle 13 from the above 1st.

[0074] In addition, although each above-mentioned operation gestalt explained the micro-lens array of a specification suitable for the reticle used for the optical finder for cameras, this invention can be applied to a screen, a diffusion plate, etc. of the micro-lens array used for various optical instruments.

[0075]

[Effect of the Invention] By fulfilling about [that there are no problems, such as effect of the diffracted light peculiar to a periodic regulation array like a basic pattern and generating of a Moire fringe,], the above (1), and the conditions of (2) according to this application the 1st and 2nd invention, as explained above Produce the local granular feeling by the top-most vertices of an adjoining micro lens separating too much which can smell and originates in ** and this, or the local base which comes from the local poor diffusion by approaching too much -- it can have the bright clean vanity property which a feeling of an omission does not produce, and a micro-lens array with the sufficient repeatability of each micro-lens configuration can be realized.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a micro-lens plot plan in the micro-lens array which is the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing grid arrangement of the basic pattern used as the criteria for opting for the micro-lens top-most-vertices arrangement in the above-mentioned micro-lens array.

[Drawing 3] It is drawing showing random grid arrangement of the above-mentioned micro-lens array.

[Drawing 4] It is the sectional view of the micro lens located in a line at equal intervals.

[Drawing 5] It is the sectional view of the micro lens which applied random top-most-vertices

arrangement.

[Drawing 6] It is drawing showing the principle of the production approach of the above-mentioned micro lens.

[Drawing 7] It is a micro-lens plot plan in the micro-lens array which is the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is drawing showing the optical system of the camera using the micro-lens array of each above-mentioned operation gestalt as a reticle.

[Description of Notations]

ML Micro lens

T The top-most-vertices location of a micro lens

G Grid point

1 Substrate

2 Electrode Layer

3 Mask Layer

4 Opening

5 Electrodeposited Layer

6 Micro Lens

11 Taking Lens

12 Quick Return Mirror

13 Reticle

14 Pentaprism

15 Ocular

[Translation done.]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-4907

(P2003-4907A)

(43) 公開日 平成15年1月8日(2003.1.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00	A 2 H 0 1 8
G 0 3 B 13/24		G 0 3 B 13/24	2 H 0 2 1
21/62		21/62	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

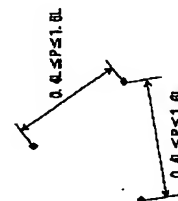
(21) 出願番号	特願2001-186246(P2001-186246)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成13年6月20日(2001.6.20)	(72) 発明者	大村 祐介 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	100067541 弁理士 岸田 正行 (外2名)
		Fターム(参考)	2H018 BD04 BD10 2H021 BA28

(54) 【発明の名称】 マイクロレンズアレイ、光学機器および光学ファインダー

(57) 【要約】

【課題】 マイクロレンズの規則配列に特有の回折光の影響やモアレ縞の発生といった問題や局所的なかげりや粒状感もなく、良好な見え特性を持ち、個々のマイクロレンズ形状の再現性の良いマイクロレンズアレイを得ることは難しい。

【解決手段】 複数のマイクロレンズMLが、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔を全て等間隔Lとした基本パターンとは異なるように不規則に又は確率分布的な規則性をもって形成されたマイクロレンズアレイにおいて、全てのマイクロレンズの頂点位置Tが、上記基本パターンにおける頂点位置を中心とした $0.3L$ 以下の半径を有する円内に位置するようにする。また、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔Pが、 $0.4L \leq P \leq 1.6L$ を満たすようにする。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のマイクロレンズが、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔を全て等間隔 L とした基本パターンとは異なるように不規則に又は確率分布的な規則性をもって形成されたマイクロレンズアレイであって、
全てのマイクロレンズの頂点位置が、前記基本パターンにおける頂点位置を中心とした $0.3L$ 以下の半径を有する円内に位置することを特徴とするマイクロレンズアレイ。

【請求項2】 複数のマイクロレンズが、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔を全て等間隔 L とした基本パターンとは異なるように不規則に又は確率分布的な規則性をもって形成されたマイクロレンズアレイであって、

相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔 P が、
 $0.4L \leq P \leq 1.6L$

を満たすことを特徴とするマイクロレンズアレイ。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のマイクロレンズアレイを有することを特徴とする光学機器。

【請求項4】 請求項1又は2に記載のマイクロレンズアレイを焦点板として用いたことを特徴とする光学ファインダー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学機器のスクリーンや一眼レフカメラの焦点板等に用いられるマイクロレンズアレイに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、スクリーンや焦点板などに、多数のマイクロレンズを配列したマイクロレンズアレイを用いることが知られている。マイクロレンズアレイのスクリーンは、金型の砂掛け面から微細凹凸を転写したスクリーンに比べて粒状感がなく、見えが明るいという利点がある。

【0003】 但し、マイクロレンズを周期的と配列した場合には、回折光の方向が特定方向に限定されてボケ味が不自然になったり、フレネルレンズと併用した時にフレネルレンズの輪帯構造との干渉を引き起こしてモアレ縞が発生したりするといった欠点がある。

【0004】 上述の用途に用いられるマイクロレンズアレイでは、マイクロレンズや微小の凹部の配列をランダムにすることで、上述した問題を解消することができる。

【0005】 ランダムな配列のマイクロレンズアレイを得る方法としては、特開平11-142609号公報などにて提案されている。

【0006】 ところが、これらの方法は後で説明するマイクロレンズアレイの製造方法にあるように、製造上の安定性、効率性、制御性に問題があり、実施上は困難で

あると考えられる。

【0007】 従来、マイクロレンズアレイの製造法には、多成分ガラスからなる基板の複数の箇所を分布状態で高屈折率化して複数のレンズを形成するといったイオン交換法 (M. Oikawa, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 20 (4) 151-54, 1918) や、感光性ガラスの熱処理において未感光部が結晶化して表面を膨張させる方法などが知られている。

【0008】 しかし、これらの方法では、レンズ同士の10 間隔に比べてレンズの開口径を大きくとれず、レンズの曲率半径も小さくなり、開口数の大きなレンズ設計は困難である。

【0009】 また、大面積のマイクロレンズアレイを作製するには、大規模な製造装置が必要となり、製造が容易ではないという問題もある。

【0010】 他の方法としては、マイクロレンズアレイの原版を作製し、原版にレンズ材料を塗布し、塗布したレンズ材料を剥離して作製する方法がある。原版となる20 鑄型の作成にあたっては、電子ビームを用いて描画する方法 (特開平1-231601号公報参照)、金属板の一部をエッチングして形成する方法 (特開平5-303009号公報参照)、金属板に圧子を用いて圧痕法により形状を作製する (特開平11-142609号公報参照) がある。

【0011】 この方法はモールドイングにてマイクロレンズを複製することができ、ロット毎のばらつきが発生しにくく、また低コストにて作製することが可能である。また、イオン交換法に比べて、熱膨張係数や反り等の問題を回避できる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、電子ビームを用いる方法では、電子ビーム描画装置が高価であり、多額の設備投資が必要になること、および描画面積が制限されているために100cm角以上の大面積の原版を作製することが困難である等の問題がある。

【0013】 また、エッチングする方法では、主に化学反応を利用した等方性エッチングを用いるため、金属板の組成や結晶構造が僅かでも変化すると所望の形状にエッチングできなくなるという問題がある。

【0014】 さらに、エッチングする方法では、所望の形状が得られた時点で直ちに水洗しないとエッチングが継続する。このため、微小なマイクロレンズを形成する場合には、このような所望の形状が得られた時点から水洗に至るまでの時間に進行するエッチングにより、所望の形状から逸脱する場合がある。

【0015】 また、圧子を用いる圧痕法では、圧子をレンズ個々の数だけ型に押し付けるため大面積を得ようとすれば膨大な時間がかかり、また微細な精度を得るにも機械的な限界があり、 μm のオーダーの制御性を得るのは難しい。

(3)

3

【0016】このような従来のマイクロレンズ製作方法の多くでは、マイクロレンズ配列を制御した形でランダムにすることは極めて難しく再現性に乏しい。

【0017】マイクロレンズの配列が規則的であったとしても、従来のマイクロレンズの製作方法では、マイクロレンズの主要パラメータであるレンズ半径の再現性やその配列位置の精度に不確実な要素が多く、量産時の品質管理が非常に困難なものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本願第1の発明では、複数のマイクロレンズが、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔を全て等間隔 L とした基本パターンとは異なるように不規則に又は確率分布的な規則性をもって形成されたマイクロレンズアレイにおいて、全てのマイクロレンズの頂点位置が、上記基本パターンにおける頂点位置を中心とした $0.3L$ 以下の半径を有する円内に位置する〈…(1)〉ようにしている。

【0019】また、本願第2の発明では、複数のマイクロレンズが、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔を全て等間隔 L とした基本パターンとは異なるように不規則に又は確率分布的な規則性をもって形成されたマイクロレンズアレイにおいて、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔 P が、

$$0.4L \leq P \leq 1.6L \quad \dots (2)$$

を満たすようにしている。

【0020】これら発明により、基本パターンのような周期的な規則配列に特有の回折光の影響やモアレ縞の発生といった問題が無いばかりか、上記(1)や(2)の条件を満たすことにより、隣接するマイクロレンズの頂点同士が離れすぎることによる局所的なかげりおよびこれに起因する粒状感が生じたり、近づきすぎることによる局所的な拡散不良からくる局所的な素抜け感が生じることがない、明るくクリーンな見え特性を持ち、個々のマイクロレンズ形状の再現性の良いマイクロレンズアレイを得ることが可能である。

【0021】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1には、本発明の第1実施形態であるマイクロレンズアレイのレンズ配列を示している。本実施形態では、マイクロレンズが、ハニカム形状に形成されて周期的に規則正しく並んでいる状態から、それぞれのマイクロレンズ中心を一定の条件のもとに変位させた状態で不規則性を持って配列されている。

【0022】図1に示したマイクロレンズMLの配列方法について詳しく説明する。まず、図2には、マイクロレンズが規則正しく並んでいる場合の各マイクロレンズの頂点(中心)をドットで示しており、隣接するドット同士は全て等しい間隔 L を有する。この配列をここでは基本パターンと称する。

4

【0023】そして、本実施形態のマイクロレンズアレイでは、この基本パターンにおける各ドットの位置を仮想的なグリッドポイント G とし、図2に示した各グリッドポイント G を中心とする半径 d の円内で、マイクロレンズMLの頂点ないし中心をランダム(不規則に)に設定している。

【0024】図1に示すマイクロレンズアレイでは、

$$L = 0.02 \text{ mm}$$

$$d = 0.15 \times L$$

の関係となっている。

【0025】また、各マイクロレンズの焦点距離は $f = 0.08 \text{ mm}$ となっており、接眼レンズの焦点距離が 80 mm 程度のカメラ用光学ファインダーに好適なピン板として用いることができる仕様になっている。

【0026】図3には、本実施形態のマイクロレンズの頂点位置 T の配置例を示している。ここで、基準となる基本パターンでの頂点間隔 L やマイクロレンズの焦点距離 f は適用する光学機器に応じて適宜選択すればよい。

【0027】光学ファインダーにおいて、一般には、接眼レンズの焦点距離が短いほど L を小さくすることが要求され、使用する対物レンズの $Fno.$ が明るいほどマイクロレンズの焦点距離は短くなり、マイクロレンズの $Fno.$ も小さいものが要求される。

【0028】良好な見え特性を有するマイクロレンズアレイを実現するためには、全てのマイクロレンズの頂点位置 T が、上記基本パターンにおける頂点位置を中心とした $0.3L$ 以下の半径 d を有する円内に位置する〈…(1)〉ように設定する。なお、図1に示したマイクロレンズアレイでは、 $d = 0.15 \times L$ であるので、条件(1)を満たしている。

【0029】マイクロレンズMLの頂点位置 T は、グリッドポイント G から $0.3L$ だけ離れて位置する場合もあれば、グリッドポイント G 上に位置する場合もある。

【0030】なお、この場合、相互に隣接するマイクロレンズの頂点間隔 P は、

$$0.4L \leq P \leq 1.6L \quad \dots (2)$$

を満たすことになる。

【0031】ここで、上記円の半径 d が $0.3L$ より大きいと、すなわち隣接するマイクロレンズの頂点同士が条件(2)の上限より離れると、隣接するマイクロレンズが離れすぎることにより局所的なカゲリを生じ、これがファインダー全体としては粒状感につながり、品位が悪くなる。また、隣接するマイクロレンズの頂点同士が条件(2)の下限よりも近づきすぎると、局所的な拡散不良からくる局所的な素抜け感が生じる。

【0032】一般的なカメラのファインダーでは、光線を入射させたときの拡散特性が主として $\pm 5^\circ \sim \pm 10^\circ$ の範囲にあることが要求される。これはカメラの撮影レンズは $Fno.$ がおおよそ $F2.8 \sim F5.6$ の範囲にあるからである。

50

(4)

5

【0033】撮影レンズのピントを確認するためには、撮影レンズの光束がピントの合焦、非合焦に関わらず撮影者の目に到達する必要があり、像点の一つに注目すれば、撮影レンズの光束円錐の中で最も外側の光線が撮影者の目に導かれるためにはこの最外郭の光線が拡散特性によって拡散板をほぼ垂直に見つめる撮影者の目に到達する必要がある。

【0034】このためには、マイクロレンズのFno. が対応する撮影レンズのFno. に等しければよい。実際には、ファインダーの明るさを優先したり、一眼レフのように多種のレンズに対応するため設計的に最適なマイクロレンズのFno. が選択される。したがって、マイクロレンズのFno. はF2.8～F5.6の範囲にあることが望ましい。

【0035】本実施形態においても、半径dの内側でランダムにマイクロレンズ中心が分布するため、個々のマイクロレンズの開口径が変動する結果、Fno. が異なってしまうおそれがある。

【0036】そこで、マイクロレンズ中心の設定範囲の中心である仮想的なグリッドの間隔Lが平均にはマイクロレンズ開口径に等しいと考え、マイクロレンズの焦点距離をf（これはレンズ半径で決まり、全てのマイクロレンズで等しい）とすれば、平均Fno. = f/L となり、これを2.8～5.6程度に設定すれば、カメラの光学ファインダーとして適切な拡散特性を得られることになる。

【0037】ここで条件（1）の意味を考えれば、その上限を超えると、各マイクロレンズの変動幅が大きくなり、部分的なレンズのFno. がファインダーとして適切な範囲を超えてしまい、ケラレや粒状感となって観察される。

【0038】このことを図4および図5を用いて説明する。図4は、等間隔に並んだマイクロレンズMLの断面図である。4つのレンズはその頂点間隔がLとなるように並び、先ほど説明した等間隔のグリッドポイントにマイクロレンズが並んだ形状を示している。

【0039】図5は、上記実施形態のように、ランダムな頂点配置を適用したマイクロレンズMLの断面図である。レンズ頂点位置が図4のものに比べて変位することにより、

$$L/3 < L < L/2$$

を満たす関係でレンズが並んでいる。

【0040】図5には、個々のマイクロレンズMLの端部に入射する光線11、12が点線で示されており、レンズ頂点間隔がLであるマイクロレンズの端部に入射する光線11はレンズによって屈折するものの、部分的なレンズのFno. が大きいため、その屈折角は大きなものとはならない。

【0041】一方、レンズ間隔がL/2であるマイクロレンズの端部に入射する光線12は、レンズによって屈折

6

されて部分的なマイクロレンズのFno. が小さいため、大きな屈折角となる。この作用により光線11は観察者の瞳に入射する光線となるものの、光線12は瞳から外れる光線となり、局部的なケラレすなわち暗部として観察される。

【0042】特にFno. の大きな暗いレンズを使用する際にこの減少は顕著となる。よって条件（1）の上限を上回るランダム成分をマイクロレンズの頂点位置に付加することはこのような局所的な暗部を多数発生させることになり望ましくない。

【0043】以上説明したマイクロレンズアレイの製造方法について説明する。本実施形態では、本出願人が特開2000-43054号公報にて提案しているマイクロレンズの作製方法を用い、一定の条件下で制御されたランダムな配置のマイクロレンズアレイを作製する。

【0044】この製作方法では、図6（a）～（d）に示すように、導電性または電極層2を有する基板1に絶縁性のマスク層3を形成し、このマスク層に開口部4を設ける。そして、その開口部4を通じて有機化合物の電着機構（メッキ）によって上記開口部4に電着層5を形成し、さらにメッキを続けることでマスク層3の面上にも電着層を広げ、マイクロレンズ6を形成する。いわゆるメッキ技術を用いた微細加工技術である。

【0045】本方式によれば、マスク層の開口部をリソグラフィ法などを用いることにより高いマイクロレンズの位置精度を容易に得ることができる。

【0046】（第2実施形態）上記第1実施形態では、条件（1）と（2）を満足するようなマイクロレンズ配置をした場合について説明したが、条件（2）のみを満足するようなマイクロレンズ配置をしてもよい。

【0047】この場合、マイクロレンズの中には、その頂点位置が上記基本パターンにおける頂点位置を中心とした0.3L以下の半径dを有する円の外側に位置するものもあれば、上記円内でグリッドポイントから離れて位置するものもある。また、グリッドポイント上に位置するものもある。

【0048】図7には、本発明の第2実施形態であるマイクロレンズアレイのレンズ配列を示している。

【0049】図中のドットはマイクロレンズの中心座標を示し、円は頂点間隔をLとしたとき半径0.3×Lを満たしている。

【0050】図中の $\alpha 1 \sim \alpha 8$ は、等間隔に並んだグリッド位置からずれた頂点位置を示している。 $\alpha 1 \sim \alpha 8$ 以外のそれを取り囲むレンズ頂点は等間隔に並んだグリッド座標に一致している。

【0051】ここでは $\alpha 1$ で配置の説明を行う。 $\alpha 1$ はグリッド座標から遷移していて、g1～g6で示されるグリッド座標と一致した6個のマイクロレンズに取り囲まれて存在している。

【0052】 $\alpha 1$ とg1～g6の位置関係は、最も距離

50

(5)

7

の短い g_2 との関係が $0.6L$ 、最も距離の長い g_5 との関係が $1.4L$ となり、取り囲まれた他のレンズとの距離は $0.6L$ より大きく $1.4L$ より小さい値をとる。

【0053】本配列ではグリッドから遷移する1つのマイクロレンズとそれを取り囲むグリッドと一致した頂点をもつ6つのマイクロレンズの7つで1つの群を形成する。

【0054】但し、取り囲む6つのマイクロレンズは他のグリッドから遷移するマイクロレンズも取り囲む関係になり、これが繰り返される。

【0055】例えば、 g_3 は α_1 を取り囲むマイクロレンズの1つであるが、同時に α_3 を取り囲むレンズの1部でもある。このような7つのレンズで1つの群を形成するような構成にしても、本発明の目的である、配列の均一性と粒状感の良好な関係を保つことが可能である。

【0056】(第3実施形態) 上記第1および第2実施形態では、上記(1)や(2)の条件を満たす範囲でランダムにマイクロレンズの頂点位置を設定する場合について説明したが、基本パターンのような周期的な規則性ではなく、確率分布的な規則性を持った頂点位置設定を行うようにしてもよい。

【0057】以下、その方法の一例について説明する。ここでは、ある種の確率分布に従った多数の座標からなる分布モデルを作成しておき、その中からランダムに座*

$$r = \text{RND}() \times R$$

$$\Theta = \text{RND}() \times 2 \times \pi$$

$$X_{\text{rnd}} = r \times \cos(\Theta)$$

$$Y_{\text{rnd}} = r \times \sin(\Theta)$$

$$X = X_{\text{grid}} + X_{\text{rnd}}$$

$$Y = Y_{\text{grid}} + Y_{\text{rnd}}$$

これを全てのグリッド (n, m) に対して繰り返し行う。

【0064】この方法で X, Y 座標のランダム成分を発生させた場合、グリッド座標を中心とする半径が均一に乱数によってばらつくため、グリッド座標中心からの距*

$$X_{\text{rnd}} = 2r \times \text{RND}() - r$$

$$Y_{\text{rnd}} = 2r \times \text{RND}() - r$$

とする。

【0066】ここで、 $r^2 \geq X_{\text{rnd}}^2 + Y_{\text{rnd}}^2$ を判定し、この条件を満たした値を採用するようにすればよい。このように定義すれば、半径 r の内部に均一にレンズ中心がばらついて存在することになる。

【0067】このように乱数を用いて変位成分を決定するときに、乱数として均一な分布でなく任意の分布を与えることにより配置のコントロールが可能である。例えば、正規分布のような確率分布に従った多数の座標からなる分布モデルをあらかじめ作成しておき一連の番号を

8

* 標を選び出す方法について説明する。

【0058】<マイクロレンズ中心(頂点)座標データ生成アルゴリズム>生成する座標は、規則パターンを中心とする指定半径の円内に存在している必要がある。そこで、指定半径 r_{max} を最大値とする乱数 r ($0 \sim r_{\text{max}}$) と $0 \sim 2\pi$ までの乱数 Θ を発生させ、この2つから X, Y 座標を生成する。

【0059】まず、正三角形を重ねて規則的に並んだ規則パターンをグリッド座標として定義する。

【0060】ただし、このグリッド座標は規則的な配列であれば種類を問わない。例えば、正方形を重ねた形状をグリッド座標としてもよい。

【0061】正三角形を重ねた形状の各頂点をグリッド座標とすれば、 n 行 m 列のグリッド座標は正三角形の一辺の長さを L として、

$$X_{\text{grid}} = m \times L \quad (n \text{ は奇数})$$

$$X_{\text{grid}} = m \times L + L/2 \quad (n \text{ は偶数})$$

$$Y_{\text{grid}} = (n-1) \times \sqrt{3} \times L/2$$

で表される。

【0062】ここで、グリッド座標からの距離 (r) と基準座標系に対する角度 (Θ) をそれぞれ RND 関数で定義する。

【0063】 $\text{RND}()$ を $0 \sim 1$ の乱数を独立に発生する関数とすると、

$$\dots\dots\dots 0 \sim R \text{ の乱数を発生}$$

$$\dots\dots\dots 0 \sim 2\pi \text{ の乱数を発生}$$

$$\dots\dots\dots x \text{ 座標のランダム成分}$$

$$\dots\dots\dots y \text{ 座標のランダム成分}$$

※ 離に反比例する形で存在確率が小さくなる(グリッド中心近辺に密となる)。

【0065】与える半径内で均一な存在確率とするには X, Y 座標のランダム成分を直接以下のようにグリッド座標を中心とする正方形内部に発生させて、

$$\dots\dots\dots x \text{ 座標のランダム成分}$$

$$\dots\dots\dots y \text{ 座標のランダム成分}$$

振っておく。そして、その中からランダムに番号を選択することより、既設の確率分布に従った座標を選び出す方法が考えられる。これは擬似的にランダムな設定ではあるが実用上まったく問題ないものである。

【0068】また、グリッド中心付近に多く存在するような分布を設定すればより規則性の強い配列パターンとなり、その逆とすれば乱雑な配列となる。この配列の傾向によりマイクロレンズアレイないし拡散板としての性質が決定する。規則性が強い配列であればより回折の影響を受け離散的な拡散の角度依存特性を示し、乱雑な傾

50

(6)

9

向が強ければ拡散の角度依存特性は連続的なものとなる。

【0069】（第4実施形態）図8には、上記第1から第3実施形態のマイクロレンズアレイを焦点板に用いた一眼レフカメラの光学ファインダーの構成を示している。

【0070】被写体からの光束は、撮影レンズ11を通過してクイックリターンミラー12で反射された後、焦点板13上に結像する。

【0071】焦点板13上に結像した被写体像は、マイクロレンズアレイによって拡散され、ペンタプリズム14により反転され、正立像として接眼レンズ15を通して観察される。

【0072】マイクロレンズアレイによる拡散は、マイクロレンズアレイの配列やマイクロレンズの半径によって決まり、ピントの合わせ易さ、ボケ像の見え方、焦点板自体の粒状感などに影響を与える。

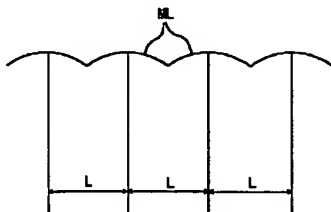
【0073】本実施形態のように、上記第1から第3実施形態のマイクロレンズアレイを焦点板13に用いることにより、焦点板に必要な特性を良好に満たすことができる。

【0074】なお、上記各実施形態では、カメラ用の光学ファインダーに用いられる焦点板に適した仕様のマイクロレンズアレイについて説明したが、本発明は、各種光学機器に使用されるマイクロレンズアレイのスクリーンや拡散板等に適用することが可能である。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、本願第1および第2の発明によれば、基本パターンのような周期的な規則配列に特有の回折光の影響やモアレ縞の発生といった問題が無いばかりか、上記（1）や（2）の条件を満たすことにより、隣接するマイクロレンズの頂点同士が離れすぎることによる局所的なかげりおよびこれに起因する粒状感を生じたり、近づきすぎることによる局所的な拡散不良からくる局所的な素抜け感が生じることがない、明るくクリーンな見え特性を持ち、個々のマイクロレン

【図4】



10

ズ形状の再現性の良いマイクロレンズアレイを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態であるマイクロレンズアレイにおけるマイクロレンズ配置図である。

【図2】上記マイクロレンズアレイにおけるマイクロレンズ頂点配置を決定するための基準となる基本パターンのグリッド配置を示す図である。

【図3】上記マイクロレンズアレイのランダムなグリッド配置を示す図である。

【図4】等間隔に並んだマイクロレンズの断面図である。

【図5】ランダムな頂点配置を適用したマイクロレンズの断面図である。

【図6】上記マイクロレンズの作製方法の原理を示す図である。

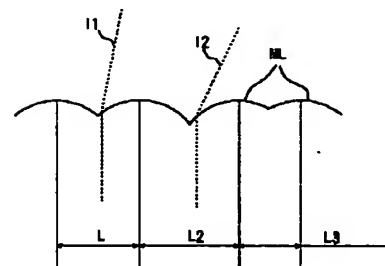
【図7】本発明の第2実施形態であるマイクロレンズアレイにおけるマイクロレンズ配置図である。

【図8】上記各実施形態のマイクロレンズアレイを焦点板として用いたカメラの光学系を示す図である。

【符号の説明】

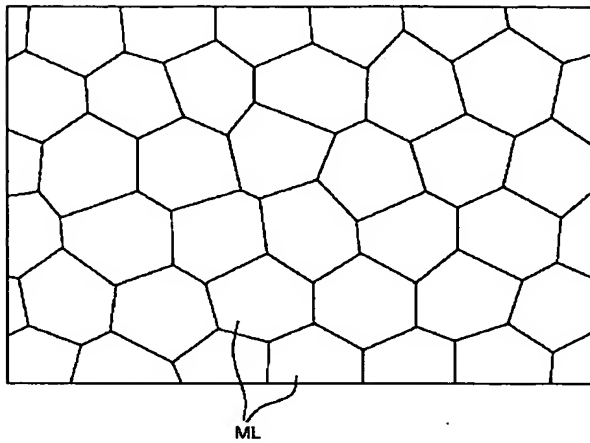
- ML マイクロレンズ
- T マイクロレンズの頂点位置
- G グリッドポイント
- 1 基板
- 2 電極層
- 3 マスク層
- 4 開口部
- 5 電着層
- 6 マイクロレンズ
- 11 撮影レンズ
- 12 クイックリターンミラー
- 13 焦点板
- 14 ペンタプリズム
- 15 接眼レンズ

【図5】

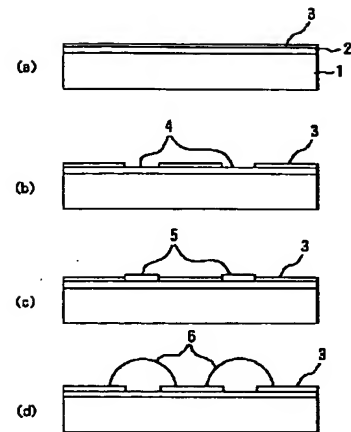


(7)

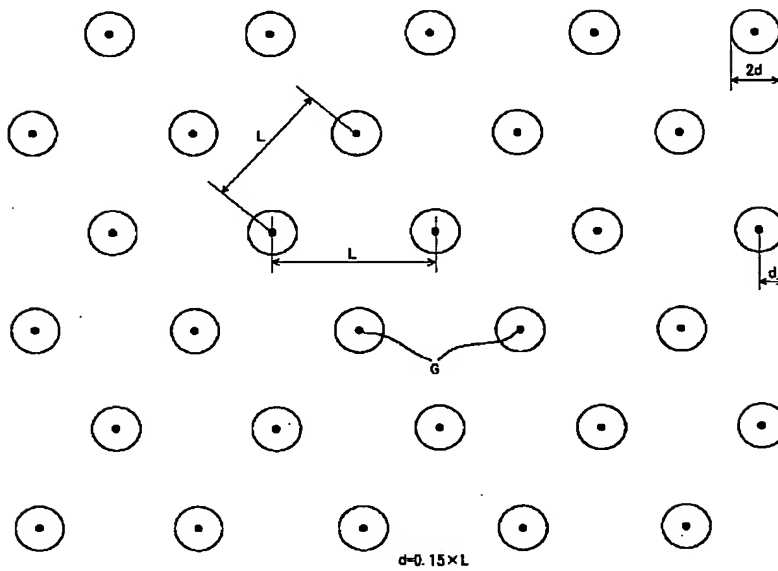
【図1】



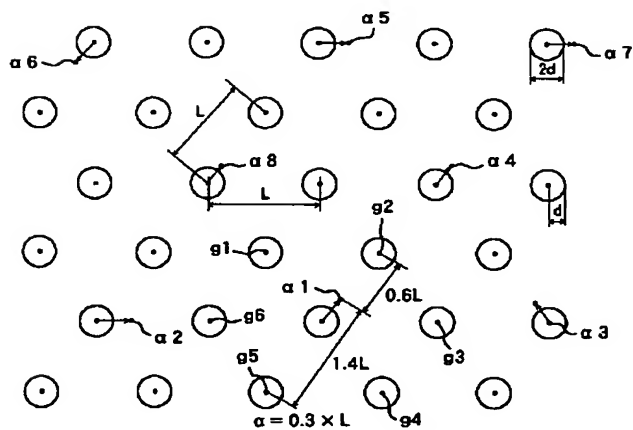
【図6】



【図2】

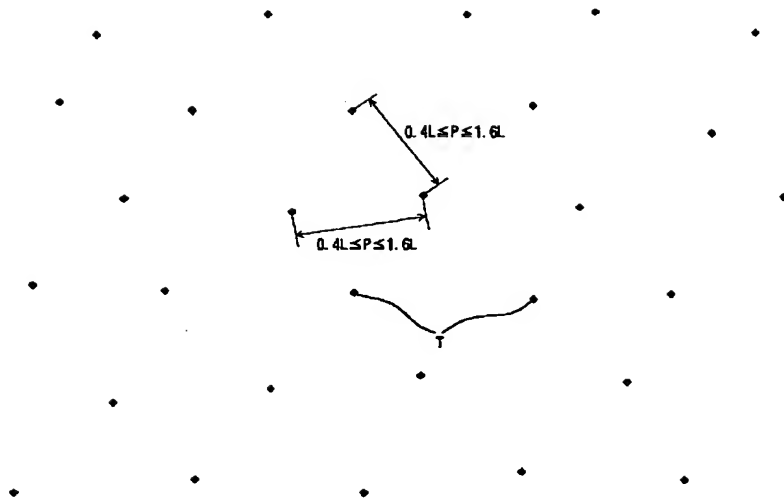


【図7】

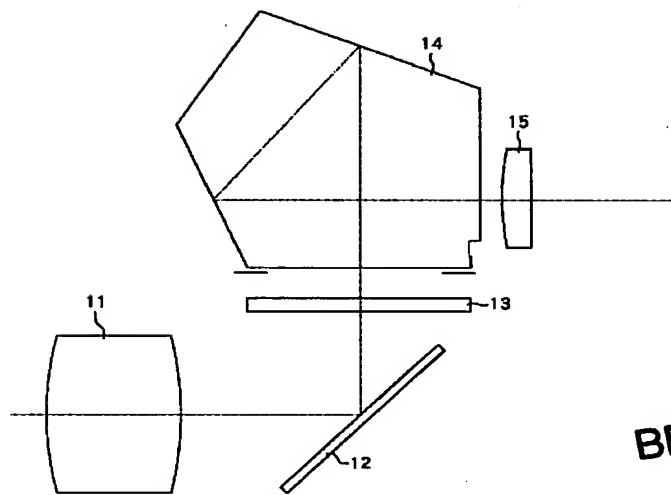


(8)

【図3】



【図8】



BEST AVAILABLE COPY